

Předzesilovač pro 144MHz dle YU1AW

144MHz Preamplifier YU1AW

Jan Bílek, OK1TIC

Úvod

Nejlepším předzesilovačem je bezsproru kvalitní anténa (anténní systém) s nízkoztrátovým kabelem. Jedině tak totiž zajistíme dostatečné VF zesílení (dostatečným ziskem antény) při zachovaném IP3 přijímače. Nicméně i přesto se v některých situacích anténní předzesilovač do VKV závodů hodí – zejména v těch situacích, kdy nám příjem nezhoršuje silný signál blízké „top-gun“ stanice.

V mém článku popíši mou realizaci předzesilovače navrženého Dragoslavem YU1AW.

Introduction

Without any doubts, the best preamplifier is a good antenna (antenna system) with low loss cable. This is the only way of obtaining sufficient RF amplification (by sufficient antenna gain) with the IP3 of the receiver kept constant. Nevertheless in some situations the antenna preamplifier is a good thing for VHF contests – particularly in situations when the receiving conditions are not worsened by a signal from close „top-gun“ station.

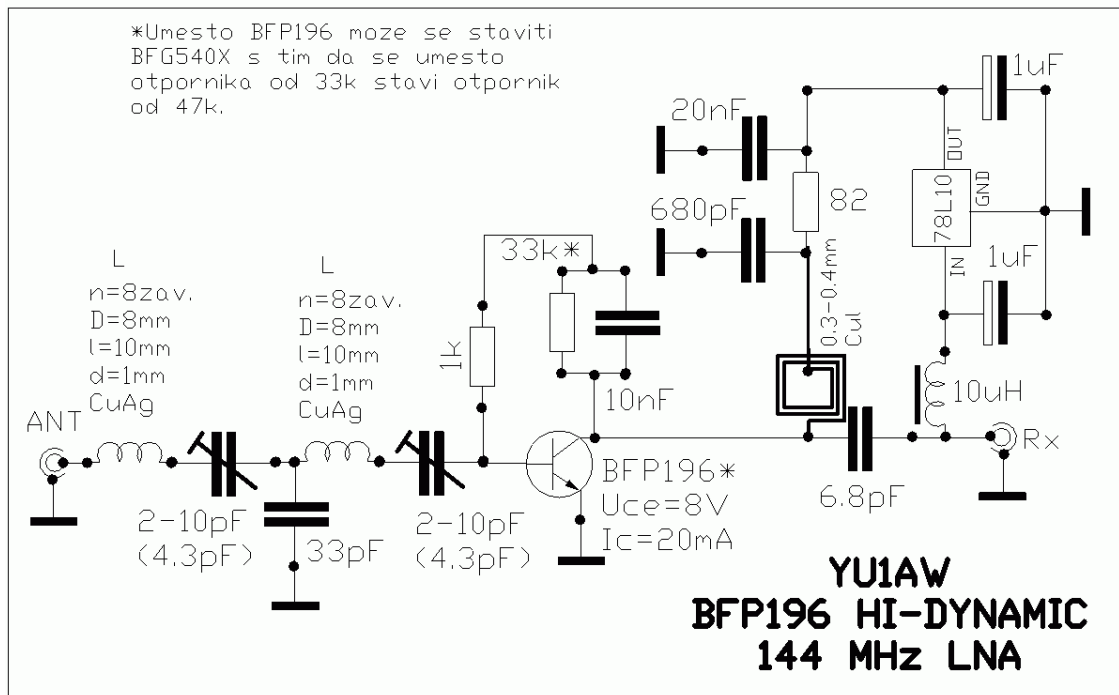
In my article, I will describe you my realization of a preamplifier designed by Dragoslav YU1AW.

Koncept

Mé hlavní požadavky na zesilovač bych sesumarizoval asi do těchto bodů:

- $\text{dB}(S_{21}) @ 100\text{MHz} \leq \text{dB}(S_{21}) @ 144\text{MHz} - 20\text{dB}$
 - Tj. zisk předzesilovače v pásmu FM rádií je alespoň o 20dB menší, než-li v požadovaném pásmu 144MHz.
- $25\text{dB} \geq \text{dB}(S_{21}) @ 144\text{MHz} \geq 12\text{dB}$
 - tj. zisk v pásmu 2m je mezi 12 a 25dB. Horní hranice je zvolena s ohledem na možné riziko oscilací zesilovače a přebuzení vstupu přijímače, spodní hranice s ohledem na útlum přijímacího koaxiálního kabelu a vstupu přijímače.
- Větší důraz na IP3 než-li na NF:
 - „vyšší“ IP3 (řekněme $\text{IP3}_{\text{OUT}} \geq 30\text{dB}$)
 - $\text{NF} \leq 1,8\text{dB}$
- Dobrá dostupnost tranzistoru, dobrá cena tranzistoru (<100Kč)
- ...

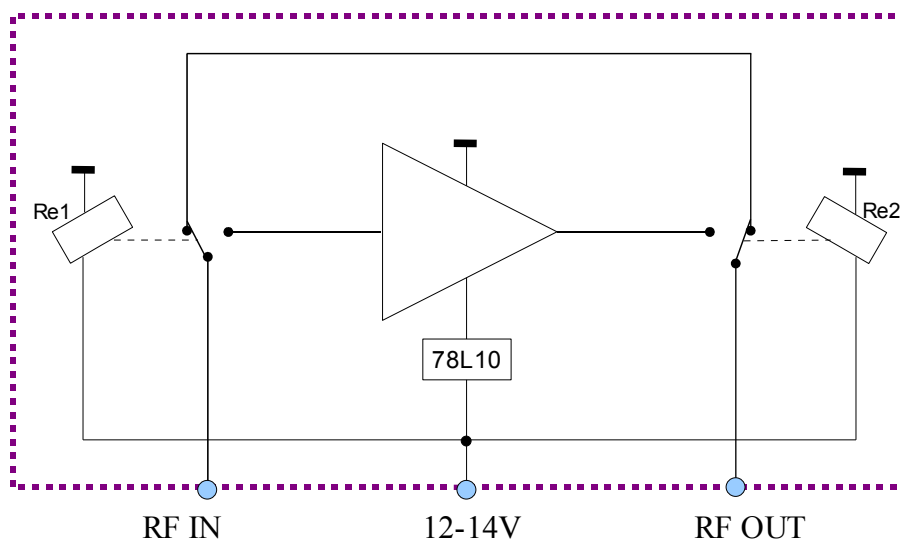
Po pár hodinách hledání jsem shledal, že optimální řešení nabízí Dragoslav YU1AW s tranzistorem BFG540. Veškerá dokumentace je k dispozici na: http://yu1aw.ba-karlsruhe.de/low_noise.htm. Pro přehlednost je schéma uvedeno na obrázku 1.



Obr. 1: Schéma zapojení

Fig. 1: Schematic diagram

Jedná se o verzi se zlepšenou selektivitou. Oproti originálu jsem použil namísto tranzistorů BFP196, BFG540 tranzistor BFP540. Ten lze zakoupit např. v GM, GES za velice příznivou cenu a jeho parametry jsou podobné oběma zmiňovaným tranzistorům. Dále jsem použil napájení externím kabelem, odpadá tedy tlumivka 10uH. Napájecí napětí celého předzesilovače je 12-14V, aby bylo možné současně spínat i 12-ti voltová relátka (LNA samotné je zapojeno přes 78L10). Zapojení přepínacích relé a napájení je patrné z obrázku 2.



Obr. 2: Zapojení relé a napájení

Fig. 2: Relays and power supply

Relé „Re1“ je typu QN59925 (nízký útlum pro RF), relé „Re2“ je typu RSM850-2CO-12VOLT (zakoupené v GESu). Vstup LNA označený jako „RF IN“ je přiveden na TX/RX relé zapojené u antény, výstup „RF OUT“ pak vede k přijímači kabelem RG58.

Concept

My requirements on the LNA could be summarized into these points:

- $\text{dB}(S_{21}) @ 100\text{MHz} \leq \text{dB}(S_{21}) @ 144\text{MHz} - 20\text{dB}$
 - In other words the gain in the FM radio band is at least 20dB lower than in the 2m band.
- $25\text{dB} \geq \text{dB}(S_{21}) @ 144\text{MHz} \geq 12\text{dB}$
 - That means that the gain in the 2m band is within 12 and 25dB. The upper limit is set to 25dB to lower the risk of oscillations and not to overdrive the receiver input. The lower limit is set to 12dB with regards to the cable loss.
- To put more emphasis on IP3 than on NF:
 - „higher“ IP3 (let's say $\text{IP3}_{\text{OUT}} \geq 30\text{dB}$)
 - $\text{NF} \leq 1,8\text{dB}$
- Good availability and price(<100Kč) of the transistor
- ...

An optimal solution that suites these requirements uses BFG540 and was designed by Dragoslav YU1AW. All the documentation is available at: http://yu1aw.ba-karlsruhe.de/low_noise.htm. Figure 1 depicts the basic schematic diagram of the LNA.

Unlike the original, my realization uses a BFP540 transistor. This transistor is easily available at GM or GES for a reasonable price and its parameters are very similar to those mentioned in the original design. Furthermore I used an external cable for power supply thus there is no need to populate the 10uH choke. Power supply voltage is 12-14V in order to handle two 12V relays as well (but the voltage for LNA itself is kept at 10V using 78L10 regulator). Connection of the relays and the power supply voltage is shown in figure 2.

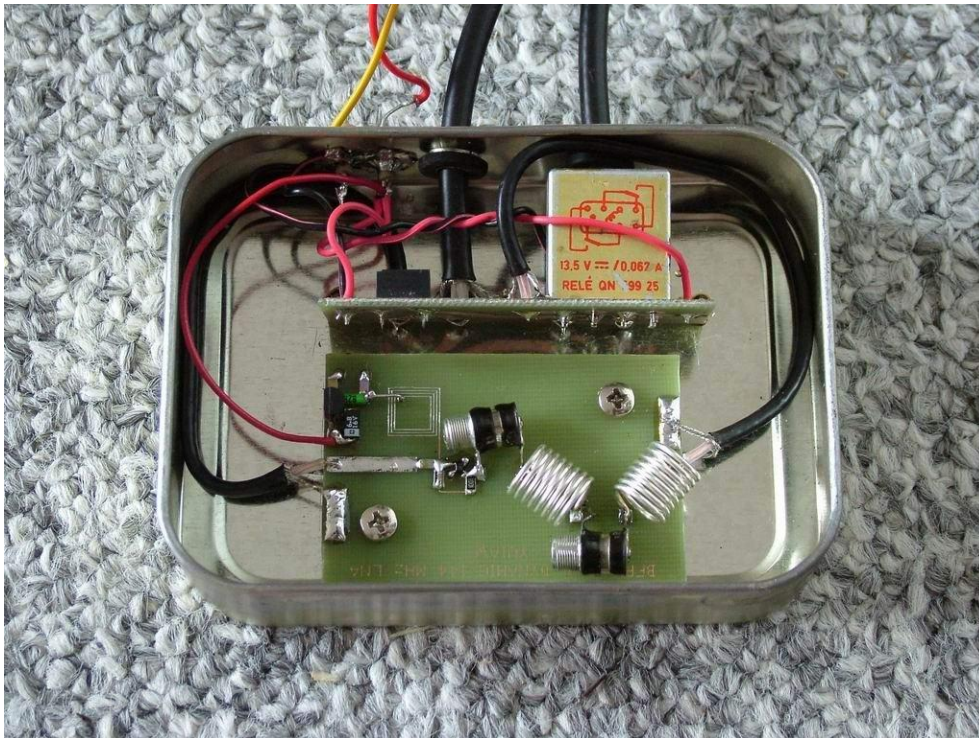
Relay „Re1“ is of QN59925 type (low insertion loss for RF), relay „Re2“ is of RSM850-2CO-12VOLT type (bought in GESu). The „RF IN“ port is connected with TX/RX antenna relay, the „RF OUT“ leads to the receiver via an RG58 cable.

Realizace

Popsaný zesilovač jsem zrealizoval na lehce pozměněné desce plošných spojů. Celé zapojení jsem pak vmontoval do krabičky od tabáku. Vše je znázorněno na obrázcích 3 a 4.

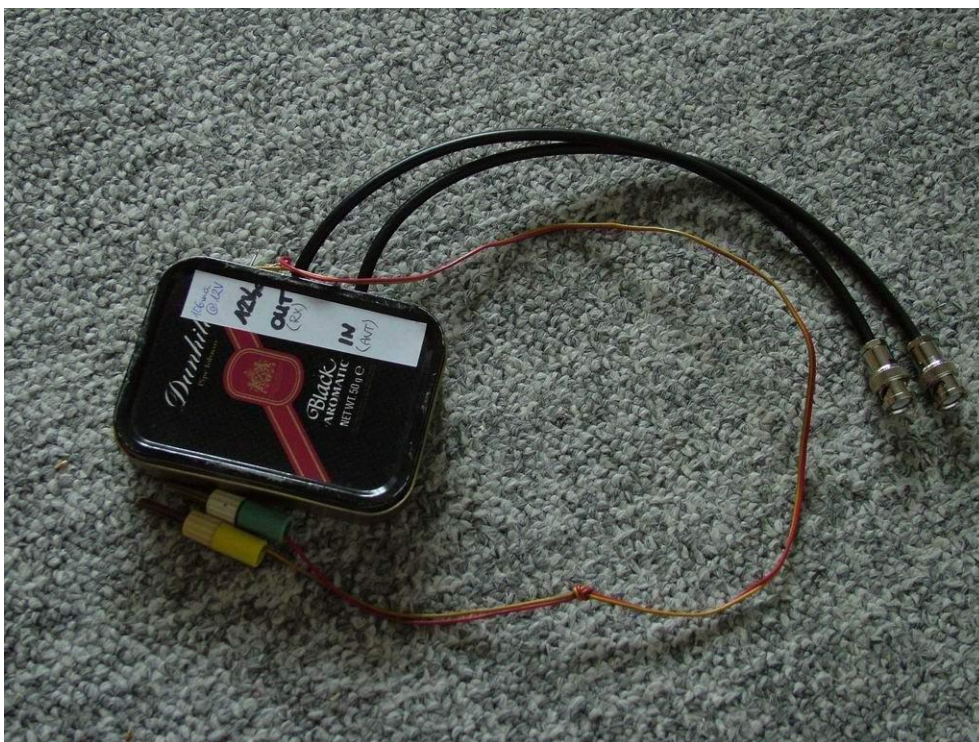
Realization

I manufactured a slightly modified PCB for the described amplifier. Than I mounted all the circuitry into a tobacco box. Everything is depicted in figures 3 and 4.



Obr. 3: Vnitřní pohled

Fig. 3: Inner look

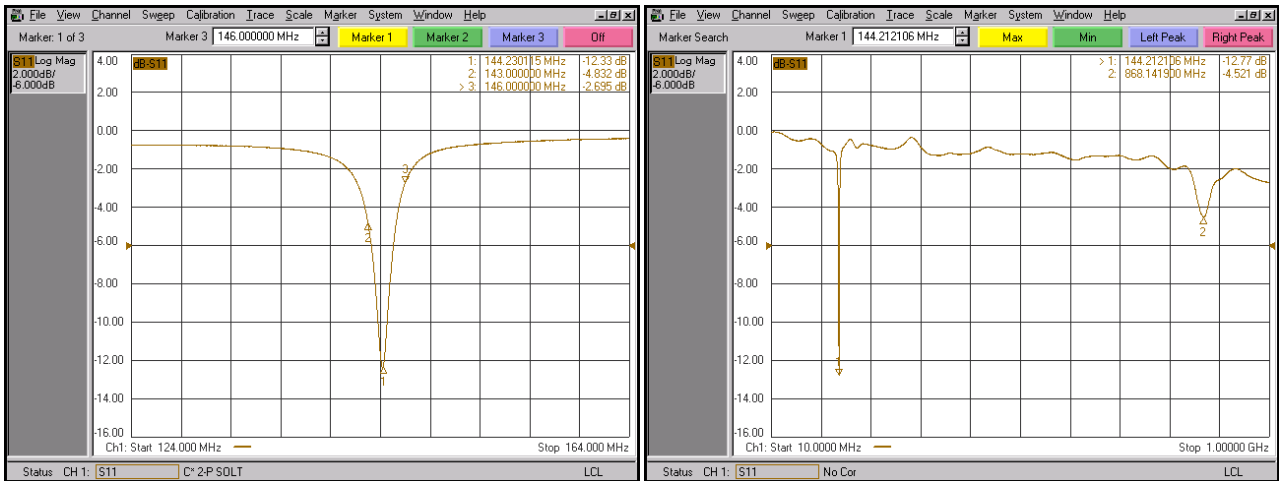


Obr. 4: Finální LNA

Fig. 4: Final LNA

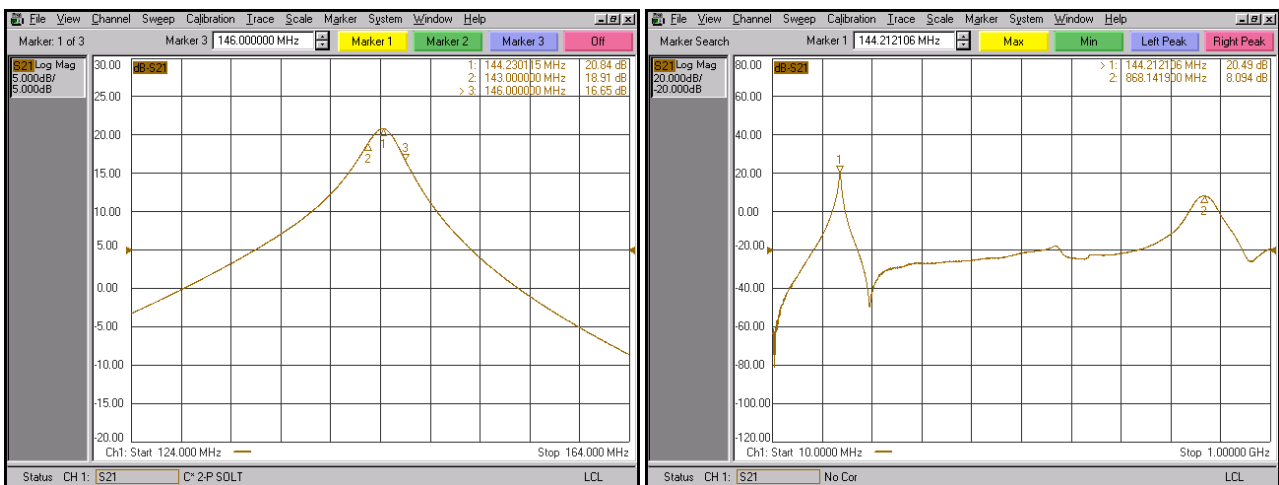
Měření

Jediné měření, které jsem se zesilovačem provedl je měření s-parametrů. Výsledky měření jsou zobrazeny na obrázku 5. Z grafů b) a d) je patrné, že LNA zesiluje i okolo kmitočtu 868 Mhz, který spadá do GSM pásma. Pokud se tedy vyskytnou problémy s rušením z GSM, je třeba předřadit vhodnou pásmovou zádrž. Jinak zesilovač splňuje požadavky ohledně zisku a selektivity.



a)

b)



c)

d)

Obr. 5: Naměřené S-parametry
(a – blízké s_{11} , b – vzdálené s_{11} , c – blízké s_{21} , d – vzdálené s_{21})

Fig. 5: Measured S-parameters
(a – close s_{11} , b – far s_{11} , c – close s_{21} , d – far s_{21})

Measurement

The only measurement that I have performed is the s-parameter measurement. Results are shown in figure 5. From charts b) and d) it can be seen that the LNA amplifies also around 868MHz which falls into GSM band. So if you have problems with GSM disruptions insert a proper band-reject filter prior to the LNA. Otherwise the LNA meets the requirements regarding the gain and selectivity.